

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年9月20日 (20.09.2001)

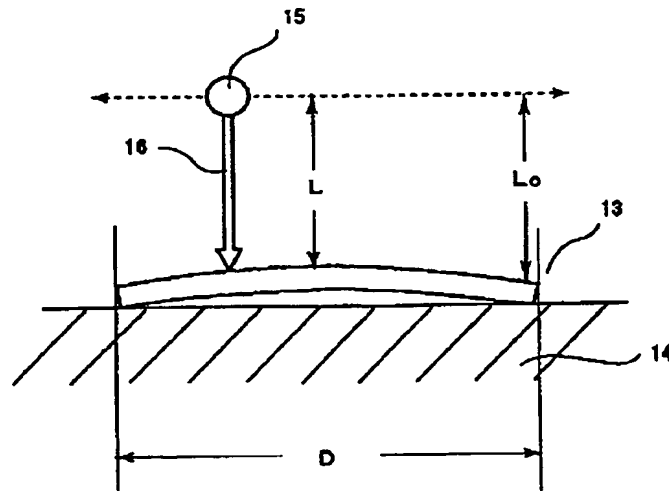
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/69674 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 23/12, C22C 1/10 Akira) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/01727
- (22) 国際出願日: 2001年3月5日 (05.03.2001) (74) 代理人: 上代哲司, 外(JODAI, Tetsuji et al.); 〒554-0024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (30) 優先権データ: 特願2000-72257 2000年3月15日 (15.03.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および 添付公開書類:
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 福井 彰 (FUKUI, 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ALUMINUM-SILICON CARBIDE SEMICONDUCTOR SUBSTRATE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: アルミニウム-炭化珪素系半導体基板およびその製造方法



(57) Abstract: An aluminum-silicon carbide (Al-SiC) semiconductor substrate having a metal comprised mainly of aluminum as a first component and silicon carbide as a second component, wherein the second component accounts for 5 to 60 mass % of the whole substrate and the balance is the first component, and the camber in the main surface direction is $3 \mu\text{m/mm}$ or less; a package having a semiconductor element using the substrate; and a semiconductor device using the substrate. The substrate has excellent thermal properties and also exhibits high dimensional accuracy and is capable of maintaining it stably in practical use, and thus allows the production, at low costs, of semiconductor substrates comprising an aluminum-silicon carbide (Al-SiC) based composite material which can correspond to the rapid diversification of shapes used practically.

[続葉有]

WO 01/69674 A1



(57) 要約:

本発明の目的は、優れた熱的性能を有するとともに、実用形状の急速な多様化の流れに応じ、高い寸法精度とその実用時の安定維持が可能なアルミニウム-炭化珪素 (Al-SiC) 系複合材料からなる半導体基板を、安価に提供することである。さらには、その基板を用いた半導体素子を搭載するパッケージ、ならびに同基板を用いた半導体装置 (半導体デバイス) を提供することである。

第一成分がアルミニウム (Al) を主成分とする金属であり、第二成分が炭化珪素 (SiC) であるアルミニウム-炭化珪素 (Al-SiC) 系半導体基板であって、第二成分が、全体の5~60質量%、残部第一成分の組成からなり、その主面方向の反りが $3\mu\text{m}/\text{mm}$ 以下であるアルミニウム-炭化珪素 (Al-SiC) 系半導体基板である。

明細書

アルミニウム-炭化珪素系半導体基板およびその製造方法

技術分野

- 5 本発明は、アルミニウム-炭化珪素系複合材料からなる半導体素子搭載用の基板とその製造方法ならびに同基板を用いた半導体素子搭載用のパッケージ、さらには同基板を用いた半導体装置（半導体デバイス）に関するものである。

背景技術

- 10 近年半導体素子の応答の高速化やその集積度の増加は著しく、同素子から発生する熱の影響が無視できないものとなっている。その結果、半導体素子が搭載される放熱基板には、半導体素子から発生する熱を効率良く外部に逃がすため、優れた熱伝導性が求められてきた。

- さらに放熱基板には、半導体素子およびそれが搭載される半導体パッケージ
15 内の周辺部材との組み合わせ界面で生じる熱歪を小さくすることが求められる。したがって放熱基板の熱膨張係数は、それと組み合わせられる半導体素子や周辺部材のそれとの整合性が求められる。例えば半導体素子であるシリコン（Si）、ガリウム砒素（GaAs）の熱膨張係数は、 $[10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位で、それぞれ4.2、6.5である。またセラミックパッケージの場合、その汎用な
20 周辺部材であるアルミナ（ Al_2O_3 ）の熱膨張係数は、 $[10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位で、6.5である。さらに例えばプラスチックパッケージの場合、プラスチックの熱膨張係数は、 $[10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位で、12～17と比較的大きい。さらにこれらを搭載するマザーボードもプラスチックである。このように周辺部材によっては、その熱膨張係数のレベルが様々であり、放熱基板の材料もそれらに対応
25 させて近い熱膨張係数のものが使われてきた。

またマイクロプロセッサ用LSIの配線密度の急速な高まりに呼応して、最近ではウエファレベルサイズの微細なチップサイズパッケージ（Chip Si

ze Package)が登場するまでになった。そこでマザーボード上の配線の微細化もますます加速されつつある。このようなマザーボード上には、例えば携帯機器にも搭載可能なコンパクトかつ軽量のパッケージ部品が強く望まれている。

- 5 放熱基板の材料としては、従来例えば特開昭52-59572号公報や特開平6-13494号公報に記載されているように、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、銅(Cu)およびこれらの複合材(Cu-WやCu-Mo)が用いられてきた。しかしながらこれらは、高価であるとともに重量が嵩む。特にプラスチックパッケージでは、それを載せるマザーボードも剛性の小さい
- 10 プラスチックであるため、このような基板をそれに載せると変形が生じ、使用困難になることもある。さらに以下で述べるボールグリッドアレイ(略してBGAとも言う)パッケージのように、最近では半導体機器が半田ボールによってマザーボードと接続されるようになってきたため、例えば放熱基板にこれらの材料を使うと、半田ボールがその重みで潰れたり、変形したりし損傷を受け
- 15 易い。以上のような状況のため、軽量であり、周辺部材との熱膨張係数の整合性に優れ、かつ安価なパッケージ用の部品が、待ち望まれている。

- パッケージの軽量化は、セラミックパッケージについても同様である。しかしセラミックパッケージに比べ、小型化が著しいプラスチックパッケージにおいては、その要求は特に強い。従来は、セラミックパッケージに比べ信頼性に
- 20 劣るプラスチックパッケージでは、半導体素子の集積度が小さかったために、その放熱量も小さかった。したがって図1の左側に示すようなQFP(Quad Flat Package)が主に使われていた。しかしながら最近ではプラスチックパッケージにおいても半導体素子の集積度が急速に増大したため、それに対応し得る端子の数が追いつかなくなってきた。このため新たなパッケージ構造が、続々と開発されつつある。
- 25

その状況を模式的に図1に示す。図の左側のものは、上で紹介したQFPタイプのものである。半導体素子3が、ワイヤリード2とリードピン4によって

- 実装され、全体が封止樹脂 6 によって内封されている。これは実働容量がせいぜい 1 W 未満であり、端子数もせいぜい 250 までのものに使われる。さらに実働容量が 3 W を越え、端子数が最大 1000 までに増えると、その右隣のよう
- 5 A) タイプの構造のパッケージが使われる。この構造のものでは、放熱基板 1 が必要となり、半導体素子 3 がこれにダイボンディングされている。同素子の実装は、上の QFP タイプ同様ワイヤリードで行われてはいるが、端子は実装密度を上げるためにピンに代えて半田ボール 5 が使われている。上のものは、放熱基板 1 が単純な板の場合であり、それを支えるためプラスチック基板 7 が
- 10 枠状の形をしている。下のものは、放熱基板 1 が枠状の部分と一体化されたリッド (Lid、蓋) 型の形状の場合であり、ボールがテープ 12 でこれに接着されている。さらに最近は、実働容量がより大きくなるとともに、端子数が 1000 を越えるものが多くなってきたため、右側のパッケージ構造に変わりつつある。この構造では、半導体素子の実装をフリップチップ (Flip Chip、略して FC) 11 を使った方式で行うとともに、プラスチック基板下面のボールグリッドの数も大幅に増えている。上のものは、放熱基板が単純な板であり、それを支える枠状で金属製のスティフナー (stiffener) 10 をプラスチック基板 9 との間に配置し、両基板間に接着層 8 によって接着されている。下のものは、放熱基板 1 がリッド型の場合であり、ボール 5 が
- 15 プ 8 によってこれに接着されている。
- 20

- 以上のようなパッケージの軽量化とその構造の変化は、今後とも急速に進むものと考えられる。これにともない、放熱基板等のパッケージ用部材には、軽量で優れた熱伝導性を有するとともに、形状の多様化・複雑化に容易に追従できるものが要求される。例えばそのサイズは、より一層コンパクトになりつつ
- 25 あり、またその形状は、周辺部材との組み合わせからより一層多様になる。このため高い寸法精度のものが安価に供給できるとともに、実用時にそれが維持できることも同時に求められる。すなわちより薄い形状のものやより複雑な形

状のものが、今後は求められる。これらの基板は、これまでは、複数の平板状のものを接続または積層することによって、作られることが多かった。しかし今後はパッケージの他の部品との配置関係によっては、その主面の一部に凹凸が様々なパターンで形成され一体化したものが多くなるものと思われる。また

5 主面外周の形も複雑なものが要求されるものと思われる。このような要求は、小型から中型の汎用電子機器に用いられる半導体装置（半導体デバイス）において特に強いが、プラスチックパッケージ以外の中型以上の半導体装置でも、その要請は高まりつつある。

図2は、その一例である。左側は、放熱基板の種々の形態を示す。なお一番

10 上のもの以外は、部品の符合は省略してある。各符合は図1と同じものを指す。一番上のものは、従来から使われてきた単純な板状のものである。しかしながら、例えば放熱面積を稼ぐためには、その右隣のように放熱面にフィンが追加された形態のものが必要になる。また左側のもので比べると、その下に向かって示されているように、搭載される半導体素子の配置やサイズにより、種々

15 形状のキャビティー部分を設けたリッド型の基板が必要になる。またこれらの基板にフィンが追加されると、それぞれの右方向の形態のものが必要となる。右側は、中央のフィン付きの基板を使って、半導体素子がフリップチップ実装され、パッケージがボールグリッドアレイでマザーボードに実装される場合のパッケージ構造を示す。一番上の構造では、放熱基板とプラスチック基板の間

20 に枠状のスティフナーを介挿する必要がある、実装に手間がかかるとともに、接続部が増えるために部材間の熱歪みも生じ易い。このため実装時や実働時のパッケージ全体の反りや変形による信頼性の低下が生じ易い。一方二番目以下のようにリッド型の一体化された基板構造にすれば、このような問題は解消され易くなる。従来の放熱基板においては、このような複雑一体化された形態の

25 ものにするためには、加工費が嵩み高価になると言う問題があった。

一方放熱基板の軽量化の要求に対しては、例えば熱伝導性に優れたセラミックスやアルミニウム（以下A1とも言う）を主成分とした金属の利用が、検討

されてきた。前者のセラミックスについては、例えば特開平9-175867号公報に窒化アルミニウムセラミックス（以下AlNとも言う）や窒化珪素セラミック（以下Si₃N₄とも言う）が、紹介されている。しかしながらこれらの材料の熱膨張係数は、 $[10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位で、3~4程度とシリコン半導体素子のそれには近いものの、プラスチックのそれとは差が大きい。そのため特にプラスチックパッケージへの利用は困難である。なおセラミックスは、原料コストが高む上に、製造時の変形や損傷、および難加工の問題がある。このためコストアップが避けられない。

一方後者のAlを主成分とした金属については、純Alの熱膨張係数が、 $[10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位でほぼ24と、半導体素子は勿論プラスチックのそれとも差が大きい上に、柔らかいため変形や損傷を受け易いと言う問題がある。そこで最近熱伝導性に優れ、軽量の炭化珪素（以下SiCとも言う）と、このAlとを組み合わせた複合材（以下この複合材をAl-SiCとも言う）が注目されるようになってきた。かかるAl-SiCは、特開平2-243729号公報に紹介されているように、SiCの多孔体にAlを溶浸する溶浸法、特開平10-335538号公報や特開平9-157773号公報に紹介されているように、AlとSiCの粉末を所望組成割合に混合し、その成形体をAlの融点以上の温度で焼結する焼結法、さらには特表平1-501489号公報に紹介されているように、鋳型にAl溶湯を注入し、これにSiC粉末を混ぜて鋳込む鋳造法、さらにはSiC粒子を分散させたアルミニウムの溶湯から連続的に冷却して、板材を作る溶解法によって製造される。Alの熱膨張係数は $[10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ 単位でほぼ24、SiCのそれはほぼ4である。この材料は、両成分の量を変化させることによって広い範囲でその熱膨張係数を制御でき、しかも軽量であることから、プラスチックパッケージのみならず各種パッケージ用の放熱基板として好適な材料の一つである。このためパッケージ用の部品としての実用化が急速に進みつつある。

一方前述のように、半導体装置では、半導体素子の集積度が、急速に増加し

- つつある。したがってそれが収納されるパッケージ、ならびにその部品も従来に無い高い熱伝導率を有し、熱膨張係数が周辺部材のそれにより近いことが要求されている。それに加えそのサイズはより一層コンパクトに、その形状は周辺部材との組み合わせからより一層多様になりつつある。またこれらの部品は
- 5 、安価に供給できることが重要である。

- 上記のAl-SiCを以上の観点で見ると、以下に述べるようないくつかの課題がある。まず上で紹介された溶浸法、焼結法、鑄造法または溶解法のいずれの方法で作られる場合も、SiC粒子が硬いため、複合化後の素材の仕上げ加工に手間がかかるとともに、工具の消耗の早さが問題となる。したがって単
- 10 純形状の部品であれば、この問題は比較的小さいものの、パッケージの形がより薄く、より複雑かつ多様化してゆくと、これは難問となる。また周辺の部材との絡みで、より高い寸法精度のものが要求されるようになってゆくと、仕上げ加工の簡素化が可能な素材の提供がより強く求められるようになってくる。
- したがって本発明の課題は、優れた熱的性能を有するとともに、実用形状の急速な多様化の流れに応じ、高い寸法精度とその実用時の安定維持が可能なAl-SiC半導体基板を、安価に提供することである。さらには、その基板を用いた半導体素子を搭載するパッケージ、ならびに同基板を用いた半導体装置（半導体デバイス）を提供することである。
- 15

20 発明の開示

- 本発明の提供する基板は、第一成分がアルミニウム（Al）を主成分とする金属であり、第二成分が炭化珪素（SiC）であるアルミニウム-炭化珪素（Al-SiC）系半導体基板であって、第二成分が、全体の5～60質量%、残部第一成分の組成からなり、その主面方向の反りが $3\mu\text{m}/\text{mm}$ 以下である
- 25 アルミニウム-炭化珪素（Al-SiC）系半導体基板である。

また本発明の半導体基板の製造方法は、第一成分がアルミニウム（Al）を主成分とする金属、第二成分が炭化珪素（SiC）であり、第二成分が5～6

0 質量%、残部第一成分の組成からなる複合材料を準備する工程と、その一部に腐食防止処理を施し、これを腐食剤に接触させて腐食防止処理された部分以外の部分を除去して造形体とする工程とを含む。

- また本発明には、上記した半導体基板を用いた半導体素子搭載用のパッケージ
5 ジおよび同基板を用いた半導体装置（半導体デバイス）も含まれる。

図面の簡単な説明

図 1 は、プラスチックパッケージの最近の構造の変遷を模式的に説明する図である。

- 10 図 2 は、フリップチップ ボールグリッドアレイ型パッケージの放熱基板の各種形態を模式的に説明する図である。

図 3 は、本発明の放熱基板の中くり腐食処理加工を説明する図である。

図 4 は、基板の主面方向の反りの計量法を説明する図である。

図 5 は、本発明の放熱基板の腐食処理加工を説明する図である。

- 15 図 6 は、本発明の実施例のパッケージおよびそれがマザーボードに実装された状況を模式的に説明する図である。

符号の説明

- 1 は熱基板、2 はワイヤリード、3 は半導体素子、4 はピン端子、5 はボール
20 ルグリッド端子、6 は封止樹脂層、7 は枠部、8 は接着層、9 はプラスチック基板、10 はスティフナー、11 はフリップチップ、12 は接着層、13 は基板試料、14 は定盤、15 はレーザー光源、16 はレーザービーム、17 はマザーボード

25 実施の形態

本発明の半導体基板をその製造方法に沿って以下説明する。本発明の基板の素材であるアルミニウム-炭化珪素（Al-SiC）系複合材料は、前述のよ

- うに溶浸法、焼結法、鋳造法、溶解法またはそれらを組み合わせた方法によって作られる。溶浸法は、S i C粉末からなる多孔体の空孔内に、非酸化性雰囲気中でA lの融液を浸み込ませる方法である。S i C多孔体の形状を維持する必要があるため、この方法で得られる複合材料中のS i Cの量は、40質量%
- 5 を下限とし、60質量%までの範囲内に制御される。焼結法は、所望の組成割合にてA lとS i Cの粉末を混合し、その成形体を非酸化性雰囲気中、A lの融点以上の温度で焼結する方法である。焼結では鍛造、ホットプレス、熱間静水圧成形(H I P)および熱間押出のように、加圧を伴う手段も含まれる。この方法で得られる複合材料中のS i Cの量は、5~60質量%の範囲内に制御
- 10 される。鋳造法は、鋳型内にA lの溶湯とS i C粉末を投入して混合後、固化する方法である。溶解法はアルミニウムの溶湯中にS i C粒子を分散させたものを、順次連続的に冷却して複合化する方法である。この鋳造法または溶解法で得られる複合材料中のS i Cの量も、5~60質量%の範囲内に制御される。溶浸法を除いてS i Cの下限量を5質量%とするのは、これ未満になると熱
- 15 膨張係数や熱伝導率がA lとほとんど変わらなくなり、S i Cを含める利点が無くなるからである。一方以上述べた全ての方法において、S i Cの上限量を60質量%とするのは、これを越すと、腐食処理での残留S i Cの除去が、難しくなるからである。なおS i Cの量が40質量%以下のものでは、例えば焼結法では混合後の粉末を直接熱間ロール等で薄く塑性加工してシート状にすることもできるし、焼結法、鋳造法および溶解法で一旦複合化された板材を、再度加熱して塑性加工することもできる。さらに例えばシート状にする場合、塑性加工による厚みや幅の加工度が大きい場合には、同加工後に軽度の熱処理を追加して残留応力を除くこともできる。
- 20

- 以上のようにして調製されたA l-S i C系複合材料は、腐食剤によってその一部分が除去されて造形体となる。以下この手順について、複合材料の平板を例に採って説明する。図3に模式的に示すように、平板の方形主面の中央部
- 25 (図の点線で括った部分)をある一定の深さでくり抜き除去する場合を想定す

る。腐食剤は、A 1と比較的緩慢に反応するか、またはA 1を溶解するものが望ましい。このような腐食剤に適した物質としては、金属塩の水溶液であり弱酸性を呈するものや、酸素イオンが遊離しているものが通常用いられる。例えば望ましい金属塩としては、A 1より貴な銅の硫酸塩、塩化物のような無機塩、酢酸銅のような有機塩の薄い水溶液が用いられる。水溶液中のこれらの物質の濃度は、通常は3〜50質量%に調製するのが望ましい。下限未満では、腐食処理時間がかかり過ぎる。一方上限を越えると、腐食除去部分に凹凸ができ易い。なお場合によっては、腐食剤のpHを微調整して腐食速度を制御するために、例えば炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) のように水中で弱アルカリ性を呈する物質を混ぜてもよい。

除去されない部分をそのまま残すために、腐食処理の前に上記の腐食剤に耐え得る所望パターンの被覆層を形成する腐食防止処理を行う。この被覆層の材質としては、上記した腐食剤によって浸食されず素材に容易に密着し得るものが用いられる。例えば樹脂やゴムが、通常使われる。例えばゴムを使う場合には、ゴムの薄いシートを準備し、これを所望のパターンに打ち抜いたものを腐食剤によって腐食されない接着剤で接着する。または有機溶剤にゴムを溶解したものを素材表面に塗布し乾燥する。その後腐食剤を被覆面に噴霧したり、素材を腐食剤中に浸漬したりして、接触させ所要部分を徐々に取り除く。腐食剤の温度は室温より高くてもよいが、室温で十分である。また腐食によって極めて浅い凹部を形成する場合には、例えば腐食防止処理を施した素材を陽極にした電解研磨によって極く表面のみ除去することもできる。この場合には予め微細なSiC粒子を有する素材を準備しておけば、表面粗さの極めて小さな除去面が得られる。例えばJISの表面粗さRaで2 μm 以下、さらには1 μm 以下のものも容易に得られる。したがって上記の通常の腐食除去後、平滑仕上げのためや、5 μm 以下の極めて浅い凹凸部分を刻むために行ってもよい。腐食処理後素材は直ちに水洗され、残留物は取り除かれる。

このようにして腐食処理された素材は、残留するSiC粒子や反応物があれ

ば、これを除去する。除去方法は、バレル研磨やブラスト研磨等通常用いられる軽度の表面仕上げ手段であれば、いずれの方法で行ってもよい。

- なお素材に一定の貫通部分を形成することもできるので、例えば板材から所定の主面形状の小さな部品を切断分離する場合にも、この方法が使える。この
- 5 場合には予め素材の段階で分離するための溝や凹みを付けておいてもよい。様々な深さの凹部や様々な高さの凸部を多数箇所形成する場合には、数回に分け断続的または連続的に形成することもできる。従来の機械加工では難加工であり、工具の消耗も大きかったが、本発明の方法では、このように比較的簡単に形状加工ができ、加工費を大幅に下げることができるという利点がある。
- 10 以上の方法で得られる本発明のアルミニウム-炭化珪素 (Al-SiC) 系半導体基板は、段差や凹凸を付与する際に、通常の研削加工のように、機械的な応力や熱が加わらないために、その応力や歪みが残留しない。このため仕上げ後の主面方向の反りは従来に無く小さく、 $3\mu\text{m}/\text{mm}$ 以下である。また本発明の基板は、パッケージに実装する際に機械的または熱的な外部からの応力
- 15 が加わっても、加工後のその残留量が小さいために、残留応力による新たな反りや変形は、ほとんど生じない。したがって半導体装置に組み込まれた後の実働時のヒートサイクルでの疲労による損傷にも強い。したがって本発明の方法によれば、前述のように複雑な形態に一体化された形状で、しかも実装後や実働時での反りや変形の小さな基板が提供できる。例えば機械加工では厚みが2
- 20 mm以下の場合、これに部分的に凹凸を付けたり、外周を入りくんだ複雑な形にすると、極めて難加工になるとともに大きな反りや変形の発生が避けられない。例えば外寸が30mm以上になると、 $10\mu\text{m}/\text{mm}$ を越える反りや変形が生じる。しかしながら本発明の方法によれば、主面が広くかつ薄いものに凹凸加工を行っても、反りや変形のほとんど無いものが得られる。さらにシート
- 25 状のものに腐食処理によって送り穴を設けた多数個取りのテープ状のものを作することもできる。

また本発明の半導体基板では、主面全体に対する腐食除去する部分の面積が

、50%以下であれば、かなり薄いものでも上記程度の反りレベルのものが得られる。例えばその厚みを t 、主面の面積を A とした時、それらの比(t/A)が、 $[\text{mm}/\text{mm}^2]$ 単位にて0.008以下のものでも上記の反りレベルのものが得られる。さらに主面全体に対する腐食除去する部分の面積が、30%以下であれば、同比が0.0008以下のものでも上記の反りレベルのものが得られる。

なお本発明の基板での厚み t は、腐食処理された部分ではなく、腐食されていない部分の厚みであり、主面の面積 A は、腐食処理された部分だけではなくその全体の面積である。

10 また本発明の除去部分の主面の表面粗さは、前述のように腐食液の pH を変えて腐食速度を制御することによって R_a で $5\mu\text{m}$ 以下にすることができる。以下実施例によって本発明を説明する。なお本発明は、この実施例の範囲に制限されるものではない。

15 実施例 1

平均粒径 $10\mu\text{m}$ 、純度99.9%以上(質量ベース)、6H型の結晶粒子からなる炭化珪素粉末と、平均粒径 $50\mu\text{m}$ 、純度99%(質量ベース)以上の溶湯噴霧(アトマイズ)によって急冷凝固された純アルミニウム粉末と、同様に急冷凝固された Si を5質量%含むアルミニウム合金(以下の実施例ではこれを単にアルミニウム合金と言う)粉末とを準備した。なお炭化珪素粉末中の Fe 等の陽イオン不純物の量は、 100ppm (質量ベース)以下であった。これらの粉末を表1の質量ベースの各試料の組成比率にて秤取し、粉末100に対し質量比で3%パラフィンバインダーを添加し、エタノール湿式のボールミルにて3時間混合した。なお試料1~8と12は、第一成分として純アルミニウムを、試料9~11は、第一成分として Si を5質量%含むアルミニウム合金粉末を用いた試料である。混合されたスラリーは、噴霧乾燥(スプレードライ)して顆粒状に造粒した。

- この造粒粉末を乾式粉末プレスにて、長さ及び幅が50 mm、厚みが5 mmの板状に成形した。その後この成形体を高周波誘導加熱方式の炉内に配置し、当初400℃まで減圧窒素中で徐々に加熱してバインダーを除いた。その後1気圧の窒素気流中で665℃まで10分間で昇温して同温度に3分間保持し、
- 5 予備加熱した。予備加熱された各試料を、別途300℃に予熱した鍛造型に移し、熱間鍛造した。鍛造された複合材料各試料の寸法は、長さ及び幅が48 mm程度、厚みが4.8 mm程度であった。したがってその厚み/主面の面積の比 t/A は、 $0.002 \text{ [mm/mm}^2\text{]}$ である。これらの試料の相対密度（水中法によって確認した実測密度の理論密度に対する割合）は、いずれも10
- 10 0%であった。また熱伝導率および熱膨張係数を確認し、その結果を表1に示す。なお熱伝導率は、円板状試片を用いてレーザーフラッシュ法にて、また熱膨張係数は、柱状試片を用いて作動トランス方式によってそれぞれ確認した。
- なお別途原料と同じ成分の純アルミニウムとSiを含むアルミニウム合金の板材で、それらの熱伝導率を同様にして確認した結果、前者は $240 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- 15 、後者は $200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ であった。

表 1

No.	原料配合組成		複合材料		造形体		
	(質量%)		熱伝導率 (W/m·K)	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	表面粗さ Ra (μm)	反り量($\mu\text{m}/\text{mm}$)	
	第一成分	第二成分				除去面	裏側主面
1	95	5	243	22.0	4.2	2.9	2.8
2	90	10	246	20.0	4.0	2.6	2.6
3	80	20	253	17.5	3.7	2.6	2.5
4	70	30	260	14.5	3.5	2.5	2.5
5	60	40	267	12.6	3.4	2.4	2.4
6	50	50	275	11.1	3.3	2.4	2.4
7	40	60	284	9.7	3.2	2.4	2.4
* 8	38	62	287	9.3	腐食部にSiC粒子残留し凹凸大		
9	60	40	223	11.0	3.4	2.4	2.4
10	50	50	230	10.2	3.3	2.4	2.4
11	40	60	239	9.0	3.3	2.5	2.4
*12	60	40	267	12.6	3.4	5.9	6.3

* 印は比較例

- 次いで図3に点線で示したように、これらの試料の主面の中央に長さ及び幅
- 5 がともに30mmで、深さが2mmの凹部を腐食処理によって形成した（凹部の主面に対する面積比は、39%）。まず天然ゴムをトルエンに溶かしペースト状にした。これを腐食処理を施さない部分に厚み0.5mmで塗布し、その後乾燥して腐食防止皮膜を形成した。これらの試料を室温下、8質量%の濃度の硫酸銅水溶液に凹部の深さが2mmになるまで浸漬した。浸漬後被覆したゴ
- 10 ムの層に再びトルエンを吹き付けて、これを剥がした後、除去部分を直径0.5mm程度のアルミナビーズによってブラスト仕上げをした。これによって除去部分の端部のエッジ等は除去された。一方試料5の複合材料をダイヤモンド工具によって、同じ形状に研削加工した比較例試料12も作製した。得られた造形体の除去面の深さは、いずれの試料も2mm±0.05mm以内に収まっ
- 15 ていた。表1には除去面の表面粗さをJISに規定されたRaの値で示した。除去された面は、X線回折によって確認した結果、SiCとAlが確認された。

次いで各試料板に、 -60°C で30分間保持した後、 150°C で30分間保持する冷熱操作を1サイクルとして、これを1000サイクル負荷した。その後除去された面の部分と、平坦な裏側主面の反りを確認した。その結果も表1に示す。なお反りは、図4に模式的に示すように、試料13の方形の一方の主面を上にして定盤14上に載せ、試料の方形主面の二つの対角線方向に光源15からのレーザービーム16を走査して、試料表面からの距離を測る方法によって確認した。図において対角線方向での最小距離を $L(\mu\text{m})$ とし、最大距離を $L_0(\mu\text{m})$ とし、対角線方向の走査距離を $D(\text{mm})$ とした時、 $(L_0 - L)/D(\mu\text{m}/\text{mm})$ を求め、二方向での大きい方の値を反りの値とした。なお冷熱サイクルを行う前の全試料の反りは、いずれも $3\mu\text{m}/\text{mm}$ 未満であり、本発明の試料では冷熱サイクル前後でそのレベルは、ほとんど変わらなかった。研削加工で仕上げた試料のみが冷熱サイクル後、上記表1に記載のレベルまで反りが増加した。

以上の結果から以下のことが分かる。(1)本発明のSiC量範囲内の試料では、腐食処理後同処理面にSiC粒子が残留することなく、仕上げ加工できる。(2)研削加工によって仕上げた試料では、冷熱サイクルによって基板の主面方向の反りが増加したが、本発明の方法で仕上げ加工された試料では、冷熱サイクル前後で反りの増加は、ほとんど見られなかった。

20 実施例2

実施例1と同じ炭化珪素、純アルミニウムおよびアルミニウム合金の各粉末を準備した。一方セルロースを熱水に種々の量溶かしたバインダーを用意し、これを炭化珪素粉末とニーダーにて混練りした。なおセルロースの量は、これを除いた以下に述べる成形体の空孔率となるように調整した。その後混練り物を真空押出機に投入して、幅60mm、厚み6mmのシート状に成形し、これを幅と長さが52mmの方形となるように打ち抜いた。次いでこれらの試片を窒素減圧雰囲気中 400°C まで昇温してバインダーを除き、窒素気流中で10

00℃、1時間保持して、表2に記載の空孔率の各種成形体を得た。

一方純アルミニウムおよびアルミニウム合金の粉末は、これら各成形体の空孔体積に見合った量ずつ秤取し、幅および長さが上記の炭化珪素成形体とほぼ同じサイズとなるように成形し、これを上記各成形体試料の溶浸材とした。各成形体は、溶浸時に溶浸材と接する一方の主面を除く全ての面に溶出防止剤として炭素(C)の薄い層を形成した。上記の成形体を対応する溶浸材上に配置し、窒素気流中665℃で1時間保持して、成形体の空孔中に各溶浸材を溶浸させた。溶浸後の形状は、幅と長さが50mm、厚みが5mmであった。なお試料13~17と21は、純アルミニウムが、試料18~20は、アルミニウム合金がそれぞれ溶浸されたものである。溶浸体は、溶浸材の残った面にアルミナビーズによるブラスト仕上げを行って、溶出した残留物を取り除いた。得られた溶浸体の相対密度は全て100%であった。またそれらの熱伝導率と熱膨張係数を実施例1と同様にして確認し、その結果を表2に示す。

次いで図5に示すように中央に長さおよび幅が共に40mmの上段面を残し、その外側に全体の厚みが3mmの鏝の部分を腐食処理によって形成した(鏝部の主面に対する面積比は、36%)。まず実施例1と同じゴムで厚み0.5mmの腐食防止皮膜を、表側主面の腐食処理しない上段面、全側面の下側2mmおよび裏側の主面全面に接着剤で接着して、腐食防止皮膜を形成した。これらの試料を室温下、まず10質量%の濃度の硫酸銅水溶液に浸漬した。浸漬後実施例1と同様にゴムの層の接着層を剥がした。除去部分を直径0.5mm程度のアルミナビーズによってブラスト仕上げをした。これによって除去部分の端部のエッジ等は除去された。一方試料14の複合材料を上記と同様にダイヤモンド工具によって、同じ鏝部形状に研削加工した比較例試料21も作製した。得られた造形体の鏝部の厚みは、いずれの試料も 3 ± 0.05 mm以内に収まっていた。表2には除去面の表面粗さをJISの R_a で示した。除去された面は、X線回折によって確認した結果、AlとSiCが確認された。

表 2

No.	成形体 空孔率 (%)	複合材料		造形体				
		組成	(質量%)	熱伝導率 (W/m・K)	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	表面粗さ Ra (μm)	反り量($\mu\text{m}/\text{mm}$)	
		第一 成分	第二 成分				除去面	裏側主面
*13	66	62	38	成形体の形が崩れ作製不可				
14	64	60	40	275	11.8	3.3	2.6	2.6
15	54	50	50	282	10.8	3.2	2.5	2.6
16	44	40	60	290	8.9	3.2	2.5	2.6
*17	53	37	63	293	8.7	腐食部にSiC粒子残留し凹凸大		
18	63	60	40	230	11.0	3.3	2.4	2.5
19	53	50	50	290	9.9	3.2	2.5	2.6
20	45	40	60	240	8.9	3.2	2.5	2.6
*21	64	60	40	230	11.8	3.3	6.1	6.4

* 印は比較例

- 次いで各試料板に、 -60°C で30分間保持した後、 150°C で30分間保
- 5 持する冷熱操作を1サイクルとして、これを1000サイクル負荷した。その後除去された面の部分と、平坦な裏側主面の反りを確認した。その結果も表2に示す。なお冷熱サイクルを行う前の全試料の反りは、いずれも $3\mu\text{m}/\text{mm}$ 未満であり、本発明の試料では冷熱サイクル前後でそのレベルは、ほとんど変わらなかった。研削加工で仕上げた試料のみが冷熱サイクル後、表2のレベル
- 10 まで反りが増加した。

- 以上の結果から以下のことが分かる。(1) 本発明のSiC量範囲内の試料では、腐食処理後同処理面にSiC粒子が残留することなく、仕上げ加工できる。(2) 研削加工によって仕上げた試料では、冷熱サイクルによって基板の主面方向の反りが増加したが、本発明品では冷熱サイクル前後でほとんど反り
- 15 の増加は見られなかった。

実施例 3

実施例1と同じ炭化珪素、純アルミニウムならびにアルミニウム合金の各粉

末を用意した。純アルミニウムおよびアルミニウム合金の粉末を、予め用意したグラファイト型の幅と長さが共に50mmで深さが5mmのキャビティー内に入れて、窒素中700℃に加熱溶融した。次いでその溶湯中に炭化珪素粉末を投入して30分間攪拌し、炭化珪素粉末粒子を溶湯にほぼ均一に分散させた後、これを室温まで冷却した。この方法によってそれぞれ表3に記載の各組成割合の溶湯を固化させて、複合材料を作製した。固化体は、溶融した外周の第一成分の残留物をアルミナビーズによるブラスト仕上げを行って、取り除いた。複合材料の寸法は、幅と長さが50mm、厚みが5mmであり、それらの相対密度は全て100%であった。またそれらの熱伝導率と熱膨張係数を実施例1と同様にして確認し、その結果を表3に示す。なお表中の試料22~29と33は、第一成分が純アルミニウムのもの、試料30~32は、第一成分がアルミニウム合金のものである。

次いで実施例1と同様にして、長さ・幅ともに30mmの同じ中くり形状の造形体を作製した（凹部の主面に対する面積比は、36%）。なお試料33は、試料26の複合材料を実施例1の試料12と同様にして研削加工によって中くり形状に加工したものである。得られた造形体の除去面の深さは、いずれの試料も2mm±0.05mm以内に収まっていた。表1には除去面の表面粗さをJISのRaで示した。除去された面は、X線回折によって確認した結果、AlとSiCが確認された。

次に各試料板に、-60℃で30分間保持した後、150℃で30分間保持する冷熱操作を1サイクルとして、これを1000サイクル負荷した。その後除去された面の部分と、平坦な裏側主面の反りを確認した。その結果も表3に示す。なお冷熱サイクルを行う前の全試料の反りは、いずれも3μm/mm未満であり、本発明の試料では冷熱サイクル前後でそのレベルは、ほとんど変わらなかった。研削加工で仕上げた試料のみが冷熱サイクル後、表3のレベルまで反りが増加した。

表 3

No.	複合材料		熱伝導率 (W/m・K)	熱膨張係数 (x 10 ⁻⁶ /°C)	造形体	反り量(μ m/mm)	
	組成 (質量%)				表面粗さ Ra (μ m)	除去面	裏側主面
	第一成分	第二成分					
22	95	5	231	22.3	4.7	2.9	2.7
23	90	10	235	20.2	4.1	2.8	2.7
24	80	20	241	17.8	3.8	2.7	2.6
25	70	30	252	14.9	3.7	2.6	2.6
26	60	40	259	12.9	3.7	2.6	2.6
27	50	50	265	11.4	3.6	2.5	2.6
28	40	60	277	9.3	3.4	2.5	2.5
*29	38	62	280	9.0	腐食部にSiC粒子が残留し凹凸大		
30	60	40	217	11.4	3.5	2.5	2.5
31	50	50	224	10.7	3.5	2.5	2.5
32	40	60	230	9.0	3.4	2.5	2.5
*33	60	40	259	12.9	3.7	5.6	5.8

* 印は比較例

以上の結果から以下のことが分かる。(1) 本発明のSiC量範囲内の試料
 5 5では、腐食処理後同処理面にSiC粒子が残留することなく、仕上げ加工で
 ける。(2) 研削加工によって仕上げた試料では、冷熱サイクルによって基板の
 主面方向の反りが大きく増大したが、本発明品では冷熱サイクル前後でほとん
 ど反りに変化は見られなかった。

10 実施例 4

以上の実施例試料の内、試料 5、9、14 および 26 と同じ素材からなり、
 図 6 に記載された本発明の複合材料を用いた二種の構造のパッケージを作製し
 た。

図 6 の (1) は、第一の構造のパッケージである。1 は、長さ及び幅が 40
 15 mm、厚みが 3 mm の上記各試料と同じ素材からなる単純な板状の放熱基板で
 ある。10 は、枠状に塑性加工された電気銅からなる外周の長さ及び幅が 40 mm

mで、厚みが3mmのスティフナーである（熱膨張係数が $16.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）。9は外周の長さ及び幅がともに40mmのプラスチック基板（熱膨張係数が $12.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）である。Si半導体素子3を図のように、放熱基板にダイボンディングするとともに、プラスチック基板上にフリップチップ（
5 11）を用いた方式によって取り付けた。またスティフナーと上下の基板との間、プラスチック基板9と半田からなるボールグリッド5との間には、それぞれ接着剤8によって接続した。図6の（2）は、第二の構造のパッケージである。外寸は第一の構造のパッケージと同じとし、本発明の上記試料に対応する組成で、上記のスティフナーの部分も一体化され、本発明の腐食処理によってキャビティー部分が中くりされたリッド状の基板1を用いた点が異なる。Si半
10 導体素子の実装は、上記の第一の構造の場合と同様である。プラスチック基板9と放熱基板1の枠部との間、ボールグリッド5とプラスチック基板との間の接続は、いずれも上記と同じ接着剤によって行った。また同じ第二の構造であり、上記各試料に対応する組成・寸法の研削加工によってキャビティー部分が
15 中くりされたパッケージも作製した。以上の各試料からなるパッケージ試料を、各々100個ずつ作製した。

これらのパッケージ試料を、各々230℃で20分間加熱し図6の右側に示すように、半田ボールグリッド5によってプラスチックのマザーボード17
（熱膨張係数が $13.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）に取り付けた。このようなアッセンブ
20 リーをそれぞれパッケージの数（100個ずつ）作製し、実装時のアッセンブリーの変形の状況を確認した。

その結果第一の構造の場合には、従来から行われているようなAl-SiC複合材料と電気銅のスティフナーとの組み合せた放熱基板を用いたため、両者
間の熱膨張係数の差によって、基板全体が実装時に変形し、接着界面で複合材
25 料側に損傷が生じたり、またその変形の影響でプラスチック基板にも反りが生じ、同基板とマザーボードとのボールグリッドでの接続が不十分となる不具合が生じた。いずれの複合材料種を使ったものでも、このような不具合が100

個中40～50個発生した。また第二の構造の場合には、腐食処理加工によって中くりされ、プラスチック基板と熱膨張率差の小さく、しかも中くり加工後にそれによる残留歪みの小さい本発明のAl-SiC複合材料からなるリッドを使ったため、これとプラスチック基板との界面での損傷、および両基板の変形による上記のような不具合は、いずれの複合材料種を使ったものでも、ほとんど観察されなかった。しかしながら第二の構造において、同じ素材であり、プラスチック基板との熱膨張係数の差が小さいにもかかわらず、中くりを研削加工によって行った比較例のAl-SiC複合材料からなるリッドを使った場合には、これとプラスチック基板との界面での損傷やリッド・基板の変形による不具合が生じた。この場合にはいずれの複合材料種を使ったものでも、100個中20～30個この種の不具合が発生した。

なお上記のアッセンブリーの内、実装にて不具合の観察されなかったものについて、それぞれ20個ずつ-60℃で30分間保持した後、150℃で30分間保持する冷熱操作を1サイクルとして、これを1000サイクル負荷した。その結果、第一の構造のアッセンブリー品と、第二の構造のアッセンブリー品の内の研削加工によって中くりされた比較例の基板を使ったアッセンブリー品では、この冷熱サイクル後、特にプラスチック基板とスティフナー間、マザーボードとボールグリッドとの接続部に剥離が生じた。一方本発明の方法で作製された基板が実装された第二の構造のアッセンブリーでは、不具合は観察されなかった。

また上記のアッセンブリーの内、上記の構造で実装され、不具合の観察されなかったアッセンブリーについて、それぞれ10個ずつ半導体装置（半導体デバイス）に組み付けて、1000時間50Wの実働出力にて連続作動させた。その結果本発明の複合材料を用いた第二の構造のパッケージを組み付けた装置では、出力の低下はほとんど観察されなかった。一方第一の構造のパッケージおよび比較例の複合材料を用いた第二の構造のパッケージを組み付けた装置では、300～500時間後に出力の低下するものと停止するものが現れた。

なお以上の試料以外の本発明組成範囲内の放熱基板を使う場合、その熱膨張係数の範囲が広いと、それに見合った広い範囲のパッケージング部材との組み合わせが可能であることが分かる。例えば表 1 の試料 1 ～ 3 の材料を使った場合には、アルミニウムや銅のような金属との組み合わせでも十分使えること

5 、また同表の試料 1 1 のような材料を使った場合には、比較的高い熱膨張係数のセラミックス他の材料との組み合わせ等にも十分使えることが分かる。

産業上の利用可能性

以上詳述したように、機械加工によらず腐食処理によって段付け・中くり等の仕上げ加工を施した本発明の A l - S i C 複合材料からなる基板は、機械加工に較べ加工が安価になる。また加工時にそれによる歪みや残留応力が小さいため、特にプラスチックを基板とする半導体パッケージへの実装時や、これをマザーボードに実装し半導体装置に組み込んだ後の実働時の冷熱負荷によって、反り・変形・損傷等の不具合が生じない。したがって軽量であり、従来にな

10 く安価で信頼性の高い半導体基板およびそれを用いた半導体パッケージ、なら

15 びに同基板を用いた半導体装置（半導体デバイス）の提供が可能となる。

請求の範囲

1. 第一成分がアルミニウムを主成分とする金属であり、第二成分が炭化珪素であるアルミニウム-炭化珪素系半導体基板であって、第二成分が、全体の5～60質量%、残部第一成分の組成からなり、その主面方向の反りが $3\mu\text{m}$
5 /mm以下であるアルミニウム-炭化珪素系半導体基板。
2. 主面の厚み t と面積 A との比(t/A)が、 $[\text{mm}/\text{mm}^2]$ 単位にて、0.008以下である請求項1に記載のアルミニウム-炭化珪素系半導体基板。
3. 主面の表面粗さが、 R_a で $5\mu\text{m}$ 以下である請求項1または2に記載のアルミニウム-炭化珪素系半導体基板。
- 10 4. 第一成分がアルミニウムを主成分とする金属であり、第二成分が炭化珪素であるアルミニウム-炭化珪素系半導体基板の製造方法であって、第一成分がアルミニウムを主成分とする金属、第二成分が炭化珪素であり、第二成分が5～60質量%、残部第一成分の組成からなる複合材料を準備する工程と、その一部に腐食防止処理を施し、これを腐食剤に接触させて腐食防止処理された
15 部分以外の少なくとも一部を除去して造形体とする工程とを含むアルミニウム-炭化珪素系半導体基板の製造方法。
5. 請求項1ないし3のいずれかに記載された半導体基板を用いた半導体素子搭載用のパッケージ。
6. 請求項1ないし3のいずれかに記載された半導体基板を用いた半導体装
20 置。

図 1

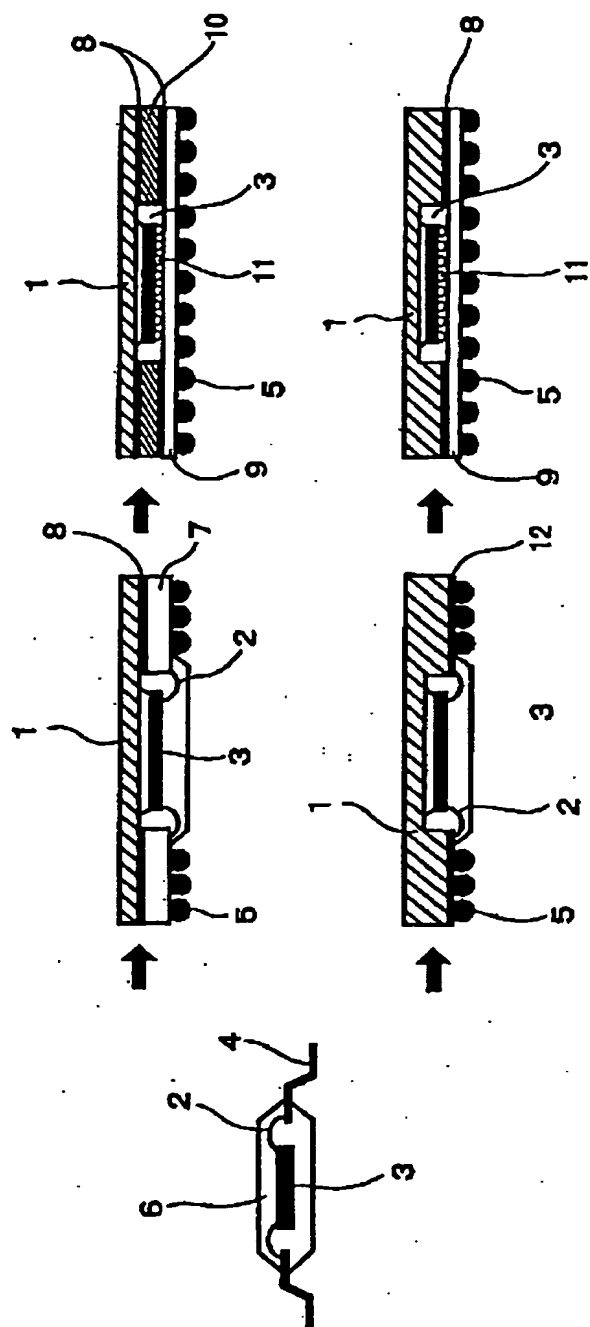


図 2

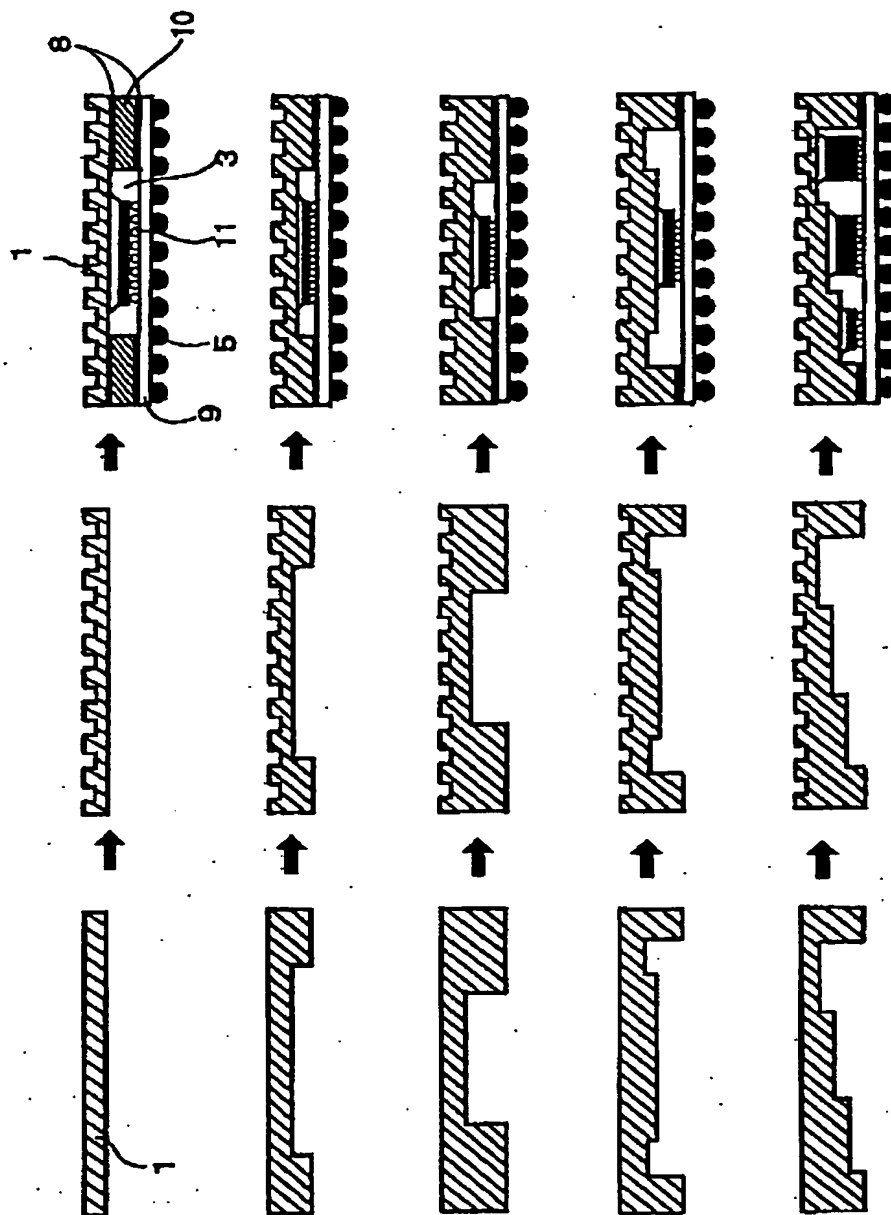


図 3

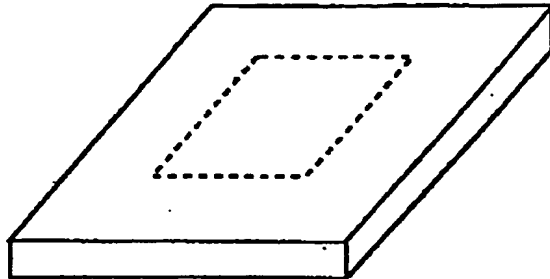


図 4

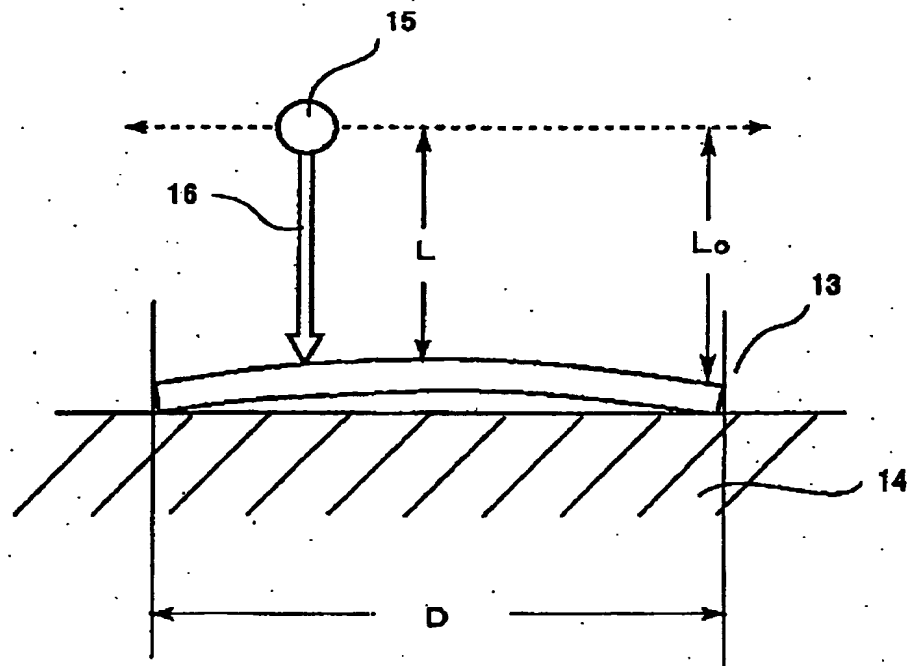


図 5

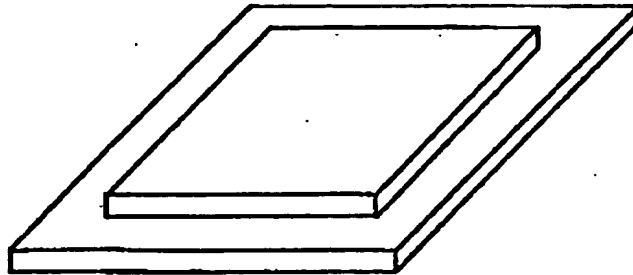
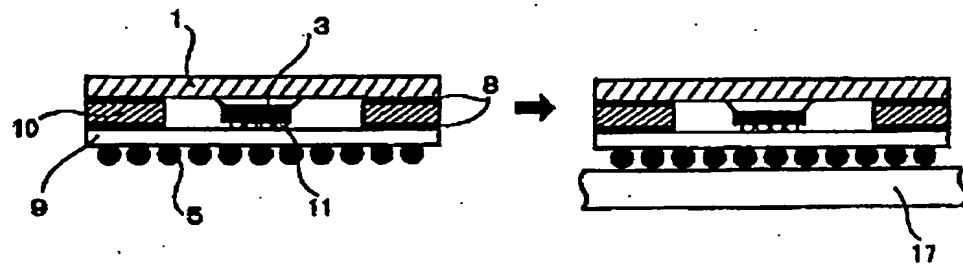
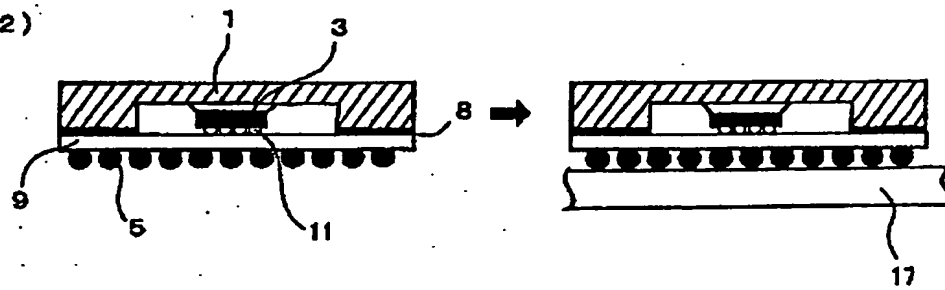


図 6

(1)



(2)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01727

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L23/12, C22C1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L23/12, C22C1/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1940-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP, 0938137, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 25 August, 1999 (25.08.99), Claims 1, 3; page 9, lines 39 to 41	1-3, 5, 6
Y	& JP, 11-310843, A Claims 1, 3; page 8, right column, lines 8 to 12 & US, 6123895, A	4
X	JP, 10-280082, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 October, 1998 (20.10.98),	1-3, 5, 6
Y	Claim 5; page 10, right column, line 1; Tables 7, 8; page 22, left column, lines 45 to 48 (Family: none)	4
Y	WO, 99/09595, A (Hitachi, Ltd.), 25 February, 1999 (25.02.99), Figs. 1a, 1b & JP, 11-126868, A & JP, 11-97616, A & EP, 1030369, A & CN, 1267396, A	4
Y	JP, 10-42579, A (Canon Inc.), 13 February, 1998 (13.02.98) (Family: none)	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 May, 2001 (21.05.01)

Date of mailing of the international search report
29 May, 2001 (29.05.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L23/12, C22C1/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L23/12, C22C1/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-2001

日本国公開実用新案公報 1971-2001

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	EP、0938137、A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LT D)、25. 8月. 1999 (25. 08. 99)、Claim 1、Cla im 3、第9頁第39~41行、& JP、11-310843、 A、請求項1、請求項3、第8頁右欄第8~12行& US、612 3895、A	1-3、5、 6 <u>4</u>
X Y	JP、10-280082、A (住友電気工業株式会社)、20. 10月. 1998 (20. 10. 98)、請求項5、第10頁右欄 第1行、表7、表8、第22頁左欄第45~48行 (ファミリーな し)	1-3、5、 6 <u>4</u>

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 05. 01

国際調査報告の発送日

29.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 浩一



4 R 8617

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO、99/09595、A (株式会社 日立製作所)、25. 2 月、1999 (25. 02. 99)、FIG. 1a、FIG. 1 b、& JP、11-126868、A& JP、11-97616、 A& EP、1030369、A& CN、1267396、A	4
Y	JP、10-42579、A (キャノン株式会社)、13. 2月、 1998 (13. 02. 98)、(ファミリーなし)	4